

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE UN SEGURO ÍNDICE BASADO EN PRECIPITACIONES EN CAÑADA DE GÓMEZ¹

Julieta Romina SANCHEZ

Willis Towers Watson Corredores de Reaseguros S.A. San Martín 344, Piso 25, C1004AAH, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

julietasanchez@economicas.uba.ar

Resumen

Recibido: 11/2017

Aceptado: 02/2018

Palabras clave

Seguro Índice.

Riesgo base.

Sector agrícola

En Argentina, la agricultura es una de las bases de la economía del país; esta gran dependencia económica existente es un tema problemático debido al incremento en la frecuencia de diversas catástrofes ocasionadas por fenómenos naturales. Sin embargo, persiste un gran desinterés a nivel nacional en la contratación de pólizas de seguros agrícolas. En este contexto es que nace una inmensa preocupación acerca del bajo desarrollo del mercado asegurador argentino, puntalmente en lo que a riesgos agrícolas se refiere. Uno de los fenómenos que mayor impacto ha tenido sobre las pérdidas de los productores agrícolas argentinos son las sequías; y una de las herramientas existentes para cubrir este tipo de contingencias son los “Seguros Índices”.

El objetivo de este trabajo es diseñar un seguro índice que logre brindar cobertura a los agricultores contra el riesgo meteorológico de déficit de precipitaciones. El estudio se realiza para la producción de maíz de siembra temprana en la localidad Cañada de Gómez, Santa Fe. Una de las mayores ventajas de este tipo de seguro es que el pago se dispara cuando un índice objetivo alcanza ciertos niveles pre-acordados y, de esta forma, no es necesaria la verificación en el campo, lo que reduce los costos de liquidación de siniestros. Sin embargo, el diseño del seguro índice es complejo a nivel técnico, debido al esfuerzo requerido para identificar un índice meteorológico que esté altamente correlacionado con las pérdidas en la agricultura y que minimice la principal limitación de este tipo de seguro: el Riesgo Base.

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

¹ Las opiniones expresadas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

DESIGN FEASIBILITY STUDY OF AN INDEX INSURANCE BASED ON RAINFALL DATA FROM *CAÑADA DE GOMEZ*

Julieta Romina SANCHEZ

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Instituto de Investigaciones en Administración, Contabilidad y Métodos Cuantitativos para la Gestión (LADCOM). Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión (CMA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

julietar@economias.uba.ar

Abstract

KEYWORDS

Index Cover.

Basis Risk.

Agricultural sector.

In Argentina, agriculture is one of the bases of the country's economy. This existing economic dependence is a problematic issue due to the increase in the frequency of diverse catastrophes caused by natural phenomena. However, there is still a great lack of interest at the national level in hiring agricultural insurance policies. In this context, there is huge concern about the low development of the Argentine insurance market, especially with regards to agricultural risks. One of the phenomena that has had the most impact on the losses of Argentine agricultural producers are the droughts; and one of the existing tools to cover this type of contingencies is the "Index Insurance".

The objective of this paper is to design an insurance that provides coverage to agricultural producers against the meteorological risk of rainfall deficit. The research is carried out for the production of early planting corn in the town of Cañada de Gómez, Santa Fe. One of the advantages of this type of insurance is that the payment trigger depends on pre-agreed parameters and, thus, verification in the field is not necessary, which reduces claim costs. However, the design of the insurance is technically complex, due to the effort that is required to identify a weather parameter that is highly correlated with the covered risk and that minimizes the main limitation of this type of insurance: the Basis Risk.

.
Copyright © 2018 by the author(s).

This article is published under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

For more information, please contact the publisher.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

Copyright: Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

ISSN: 2250-687X - ISSN (En línea): 2250-6861

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector agrícola ha sufrido fuertes golpes a nivel mundial debido al incremento en la frecuencia de diversas catástrofes ocasionadas por fenómenos naturales. Argentina está atravesando una serie de cambios climáticos que provocan importantes daños a cosechas y significantes pérdidas materiales (PIUBACC, 2009). Sin embargo, persiste un gran desinterés a nivel nacional en la contratación de pólizas de seguro que mitiguen o protejan a los productores de pérdidas tales como terremotos, inundaciones, sequías, etc. En este contexto es que nace una inmensa preocupación acerca del bajo desarrollo en la actividad aseguradora, puntalmente en lo que a riesgos agrícolas se refiere.

Uno de los fenómenos que mayor impacto ha tenido sobre las pérdidas de los productores agrícolas en las distintas regiones de Argentina son las sequías; y una de las herramientas existentes para cubrir este tipo de contingencias son los “Seguros Índices”. El seguro índice es un instrumento novedoso de transferencia de riesgo que permite proteger a los agricultores de la ocurrencia de diversos fenómenos meteorológicos que impactan en la rentabilidad y volumen final de las cosechas. Una de las mayores ventajas de este seguro es que el pago se dispara cuando un índice objetivo alcanza ciertos niveles pre-acordados y, de esta forma, no se incurre en costos de verificación de ocurrencia de siniestro.

El objetivo de esta investigación es elaborar un producto de seguro que logre brindar cobertura a los agricultores contra el riesgo meteorológico de déficit de precipitaciones, el cual causa severas pérdidas en el sector agrícola argentino. El estudio de factibilidad se realiza en Cañada de Gómez, una ciudad ubicada en la región sur de la Provincia de Santa Fe y el cultivo asegurado es el maíz de siembra temprana. El pago de este seguro índice está basado en la medición de milímetros de precipitaciones, medidos a través de períodos de tiempo pre-establecidos en la estación meteorológica de Oliveros.

2. DISEÑO DEL SEGURO ÍNDICE

2.1 Principales características del estudio de factibilidad

En el mundo, los seguros basados en índices están desarrollándose a pasos agigantados, ya que brindan cobertura a bajo costo permitiendo ampliar el mercado del seguro a aquellos pequeños y medianos productores. Mediante estos instrumentos, el proceso de pago se dispara cuando un índice objetivo alcanza ciertos niveles pre-establecidos. Como el pago no depende del rendimiento real del agricultor, la estructura de este seguro índice es transparente y estandarizada. La cobertura otorgada a los productores está basada en el supuesto de que el índice está correlacionado significativamente con las pérdidas de producción. Entre las principales ventajas de estas coberturas se encuentra que reducen problemas de riesgo moral y selección adversa y, además, agilizan y disminuyen los principales gastos administrativos. También se destacan porque se ejecuta el pago sin necesidad de verificación del campo, lo cual implica menores costos.

En esta investigación, se ha seleccionado para realizar el estudio de factibilidad la ciudad de Cañada de Gómez, cabecera del Departamento Iriondo, que se encuentra ubicada en el sur de Santa Fe, Argentina. Esta es una región del país de relevante importancia para la economía regional, provincial y nacional por las características de su suelo; es un área óptima para el desarrollo de cultivos y la cría de ganado. Los principales cultivos, en orden de preponderancia son: soja, maíz, y trigo (Municipalidad Cañada de Gómez, 2012, pág. 70). Se ha elegido esta localidad ya que es

una de las ciudades con una municipalidad que, junto al INTA, le da mucha importancia al manejo del cultivo de maíz, y, asimismo, tiene condiciones meteorológicas proclives a un buen desarrollo del mismo ya que posee un clima cálido y templado. En esta zona, el maíz es utilizado principalmente como cultivo rotativo para la conservación del suelo (INTA, 2015).

El evento meteorológico que se intenta cubrir es el déficit de precipitaciones en la ciudad de Cañada de Gómez. La finalidad de este seguro es dar protección financiera a los agricultores maiceros contra este riesgo meteorológico que causa severas pérdidas al sector agrícola. Teniendo en mente este objetivo, se elaborará un modelo estadístico que describa adecuadamente la serie temporal de Rendimientos del Maíz, de forma tal de lograr prever la evolución futura de dicha serie. La mayor limitación que se encuentra en el diseño de un seguro índice basado en precipitaciones es el “Riesgo Base”. Este riesgo es el desfase potencial entre las indemnizaciones pagadas sobre la base de la activación del índice y las pérdidas reales sufridas por el tomador de póliza (IFAD y WFP, 2010, pág. 29). En este caso en particular, hace referencia al hecho de que haya sequía en Cañada de Gómez y el seguro propuesto no realice el pago correspondiente, o viceversa, realice un pago cuando no ocurrió ningún déficit hídrico.

2.2 Metodología de tarificación del Seguro basado en precipitaciones

La Tendencia es el cambio a largo plazo en el nivel medio de la serie temporal. Este cambio se debe, en gran parte, a la evolución de la tecnológica agrícola y las mejoras en las técnicas productivas a lo largo de los años. Estimar este componente de Tendencia existente en los Rendimientos del Maíz es esencial para, luego, producir una nueva serie Sin Tendencia, más suave que la original. El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables; en los modelos de tendencia se trata de identificar la evolución en el tiempo de la variable a explicar, siendo en este caso el Rendimiento del Maíz.

Existen diferentes relaciones funcionales que pueden ser utilizadas en el modelo de tendencia. En esta investigación, se ha utilizado la relación lineal entre los Rendimientos del Maíz y el Tiempo ya que es la que mejor describía al componente de Tendencia. De esta forma, se ha logrado estimar la siguiente recta de tendencia, de la cual se depende que en promedio cada campaña estaría aumentando el Rendimiento en 1,375 quintales por hectárea:

$$\widehat{R}_t = 21,23 + 1,375 * T_t \quad (1)$$

donde \widehat{R}_t es el Rendimiento del Maíz Estimado y T_t es el Tiempo. En cuanto a la significatividad del modelo, el Coeficiente de Determinación obtenido es 70.34%, lo cual determina la buena bondad de ajuste de la recta de tendencia obtenida. Los Test de Significatividad Individual de los parámetros estimados más arriba son importantes a los fines de comprobar que los estimadores son significativos. Para este test se aplica el siguiente Estadístico W, el cual se distribuye como una T de Student (Canavos, 2012):

$$W^e = \frac{(\widehat{\beta}_i - \beta_i)}{S(\widehat{\beta}_i)} \sim T \text{ de Student } (1 - \frac{\alpha}{2}; N - k - 1) \quad (2)$$

donde $S(\widehat{\beta}_i)$ es el error estándar del estimador $\widehat{\beta}_i$, y k es la cantidad de variables explicativas; que en nuestro caso es igual a 1: el Tiempo. Teniendo en cuenta la Fórmula (2) y un 5% nivel de significación, el valor del estadístico W empírico fue de 10,22 mientras que el valor teórico es 2,015. De este modo, se rechaza la hipótesis nula y se puede considerar que la evolución positiva mencionada anteriormente es estadísticamente significativa.

Una vez establecida la mejor relación funcional, en este caso lineal, y estimada la recta de tendencia existente en el Rendimiento del Maíz, se puede proceder a generar una nueva serie de

Rendimientos Sin Tendencia. Para ello, se estiman los Rendimientos de cada campaña y se calcula la Tendencia utilizando un promedio simple entre el Rendimiento Estimado por la recta de regresión y el promedio móvil de los últimos cinco Rendimientos Reales. De esta manera, se obtiene la serie de Tendencia con la cual se calcula el desvío con respecto al Rendimiento Real. Matemáticamente, se utilizan las Fórmulas (3) y (4):

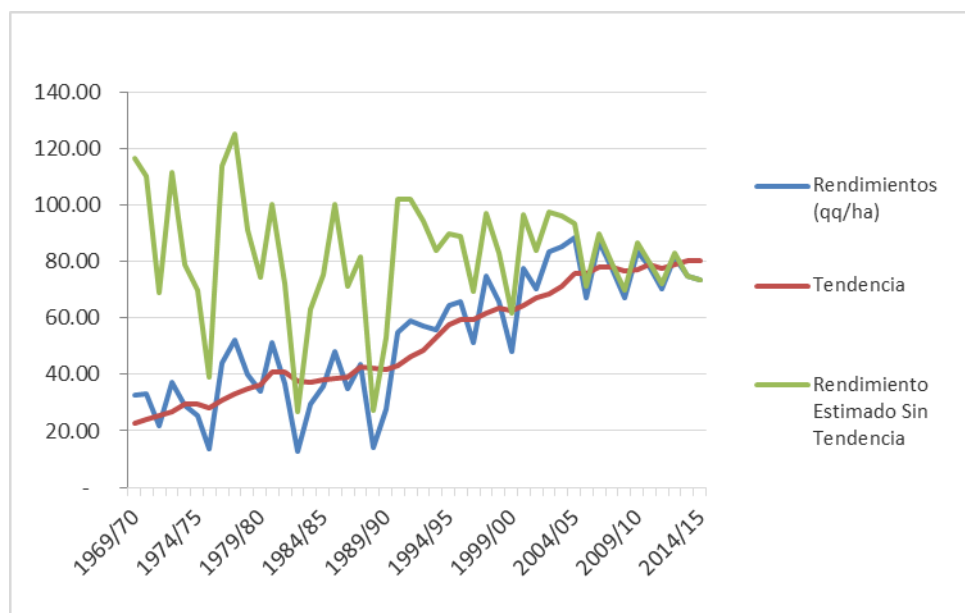
$$Tendencia_t = \begin{cases} \widehat{R}_t & \text{en las primeras 4 campañas} \\ \left(\widehat{R}_t + \frac{\sum_{i=t-4}^t R_i}{5} \right) * \frac{1}{2} & \text{en el resto} \end{cases} \quad (3)$$

$$\widehat{\vartheta}_R = \frac{R_t - Tendencia_t}{Tendencia_t} \quad (4)$$

Habiendo obtenido esta serie de desvíos y estableciendo un Rendimiento Esperado, en nuestro caso, el Rendimiento Esperado 80,156 quintales por hectárea obtenido de la última campaña analizada, 2014-2015, se generan los Rendimientos Esperados Sin Tendencia utilizando la Fórmula (5), los cuales se representan en el Gráfico 1, junto a la Tendencia y los Rendimientos Reales por Campaña:

$$\widehat{R}_t^{st} = Tendencia_{14-15} * (1 + \widehat{\vartheta}_R) \quad (5)$$

Gráfico 1. Rendimiento vs estimaciones



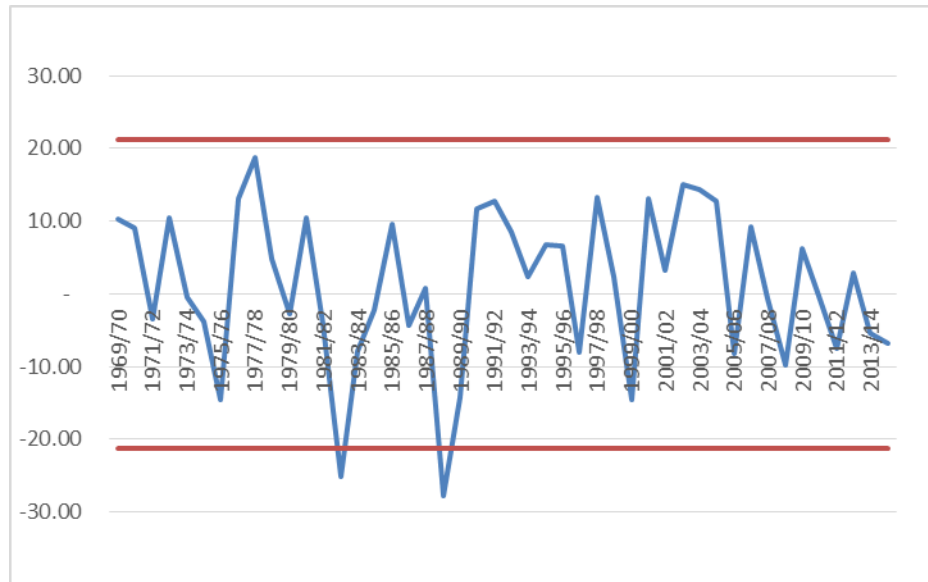
Fuente: Elaboración propia.

Por último, se deben calcular los Residuos de los Rendimientos Esperados Sin Tendencia, los cuales se calculan haciendo la diferencia entre el Rendimiento Real y la Tendencia o, lo que es lo mismo, utilizando la Fórmula (6):

$$\widehat{u}_t = R_t - Tendencia_t \quad (6)$$

En el Gráfico 2, se observa que los Residuos de las primeras campañas son mayores que los de las últimas; pero lo importante de este análisis es que la mayoría de los Residuos se encuentran en el intervalo esperado de ± 2 desvíos estándar; es decir, $\pm 21,2$.

Gráfico 2. Residuos



Fuente: Elaboración propia.

En todo modelo de tendencia, uno de los desafíos más complejos una vez obtenida la serie estimada Sin Tendencia, es el análisis de los Residuos. Las condiciones de Gauss Markov son condiciones de aleatoriedad pura de los Residuos, los cuales son perturbaciones que provienen de los errores no sistemáticos. Estas condiciones son las condiciones de mercado débilmente eficiente: los Residuos tienen esperanza igual a cero, homocedasticidad y no autocorrelación. De esta forma, se podrá garantizar que los Residuos siguen una distribución normal con esperanza cero y misma varianza (Canavos, 2012). El detalle pormenorizado del análisis de estas propiedades estadísticas excede los alcances de este documento. Sin embargo, cabe destacar que el modelo propuesto cumple con las condiciones habituales de validación estadística.

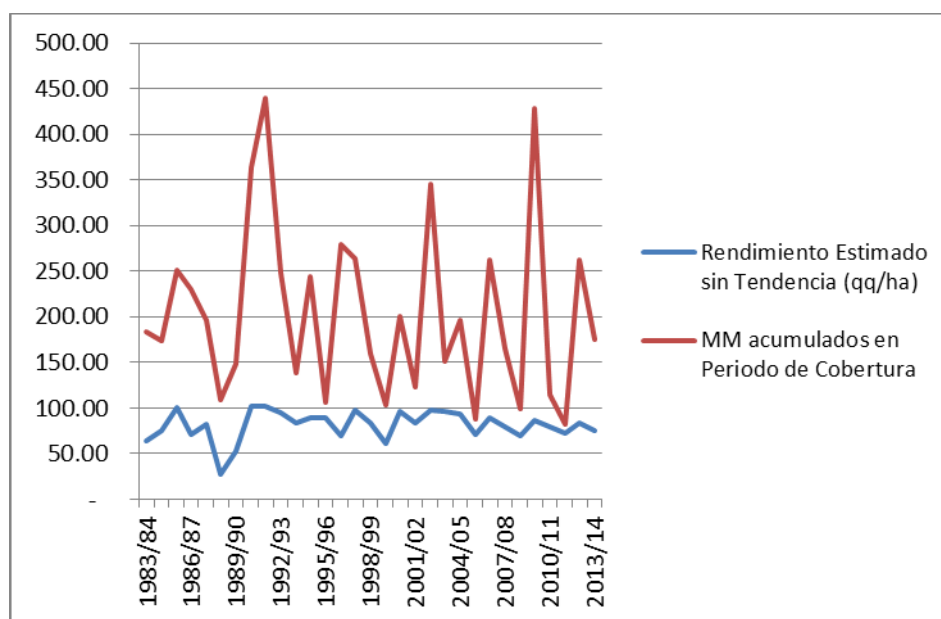
En el corazón del diseño de contratos se encuentra la necesidad de determinar qué riesgos han de ser abordados, y cómo hacerlo mediante la utilización de un índice. El riesgo “adecuado” susceptible de ser cubierto por una cobertura en base a índices meteorológicos es aquél que presenta una importante limitación para los medios de vida, que no puede ser adecuadamente abordado por otras opciones, y que presenta una estrecha correlación con un índice que es, a su vez, susceptible de ser medido (IRI, 2010). La sequía cumple perfectamente con esta definición de riesgo adecuado, ya que en Argentina no es un riesgo que se cubra en otro tipo de seguros agrícolas y, además, es medible mediante un Índice de Precipitaciones Acumuladas, mmP_c , el cual se define como la suma de precipitaciones diarias durante un período determinado, y se expresa matemáticamente con la Fórmula (7):

$$mmP_c = \sum_{i=1}^{N_{Pc}} P_i \quad (7)$$

siendo N_{Pc} la cantidad de días del período seleccionado y P_i las precipitaciones diarias.

Habiendo definido la serie de Rendimientos de Maíz Estimados Sin Tendencia, se debe determinar el Período de Cobertura teniendo en cuenta dos factores: la fenología del maíz de primera, en particular el período de floración que es el más vulnerable al riesgo de sequía, y la correlación que se obtiene entre la acumulación de precipitaciones -Fórmula (7)- y los Rendimientos Estimados Sin Tendencia. De esta forma se estableció que el Período de Cobertura es del 26 de noviembre al 15 de enero, el cual implica un Coeficiente de Pearson de aproximadamente 55%. Este nivel de correlación no es muy alto en términos estadísticos pero dada la naturaleza de la herramienta y dados los fines prácticos, se considera válido. El Gráfico 3 muestra las series temporales de los Rendimientos Estimados Sin Tendencia del Maíz medido en quintales por hectárea y los milímetros de precipitaciones acumulados en el Período de Cobertura.

Gráfico 3. Rendimiento Estimado vs mmPc



Fuente: Elaboración propia.

Lo importante a destacar del Gráfico 3 es que se observa que en la mayoría de los años donde hubo bajos rendimientos, también fueron años de escasas lluvias. De todos modos, una vez finalizada la calibración del modelo, se debe necesariamente hacer un análisis artesanal para verificar que realmente en la mayoría de los años de campañas desfavorables, el seguro pagó a los trabajadores agrícolas y los protegió contra sus potenciales pérdidas. Por otro lado, la cantidad de campañas analizadas han sido determinadas en base a la información disponible de precipitaciones obtenida de la estación meteorológica del INTA de Oliveros (1983-84 a 2013-14). Lo ideal hubiese sido contar con información completa al igual que los Rendimientos de Maíz que datan desde 1969-70; sin embargo, esto no ha sido posible por lo que se considera una limitación presente en el modelo.

Dos de los parámetros más importantes a la hora de desarrollar este tipo de seguro son el Índice Disparador y el Índice de Salida. Por un lado, el Índice Disparador, en nuestra investigación 150 mm, es el valor de lluvias acumuladas que activa el mecanismo de pago durante el Período de Cobertura. Por otro lado, el Índice de Salida, 30 mm, es el valor por debajo del cual se paga el 100% de la Suma Asegurada, el cual se debe seleccionar considerando el valor mínimo de lluvias acumuladas en el Período de Cobertura (mmP_c) que debe adquirir el cultivo para su vitalidad. De esta manera, se han definido todos los parámetros involucrados en la cobertura propuesta, los cuales se resumen en La Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de la cobertura propuesta

Detalle	Parámetros
Cultivo asegurado	Maíz Temprano
Capital asegurado	Rendimiento (qq/ha)
Duración del Contrato	Anual
Riesgo	Déficit de Lluvias
Período de Cobertura	26 de noviembre a 15 de enero
Índice	Lluvias acumuladas (mm)
Estación Meteorológica	Oliveros – INTA
Índice disparador	150 mm
Índice de Salida	30 mm

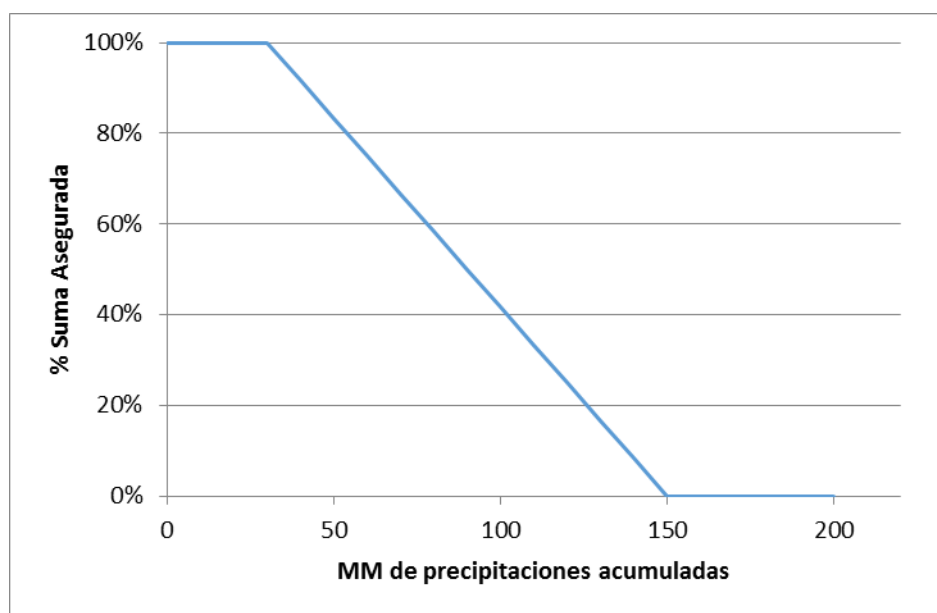
Fuente: Elaboración propia.

El agricultor tendrá derecho a un pago cuando las precipitaciones en el Período de Cobertura hayan sido menores al Índice Disparador. Este pago tiene un límite y el mismo viene dado por el Índice de Salida. Por lo tanto, en el caso que las precipitaciones sean menores al Índice de Salida, el agricultor recibirá el Total de la Suma Asegurada. La Suma Asegurada es el capital sobre el cual se calcula el pago correspondiente dependiendo de la severidad del evento meteorológico. En el peor de los casos, es el límite máximo a ser indemnizado por el asegurador luego de la ocurrencia del siniestro. Si bien los pagos dependen estrictamente del Índice Disparador y el Índice de Salida, los mismos pueden estar estructurados de diferentes formas.

En esta investigación, el Esquema de Pago que se propone es el que, de aquí en adelante, se denominará “Esquema Proporcional”; se lo llama de esta forma ya que supone pagos proporcionales a los milímetros de precipitaciones que se acumulan en el Período de Cobertura. Dichos pagos se liquidarán, siempre y cuando, el Índice de Precipitaciones Acumuladas -Fórmula (7)- se encuentre dentro del intervalo que delimitan los índices ya mencionados: el Índice Disparador (mmI_d) y el Índice de Salida (mmI_s). Esta alternativa podría ser efectiva en economías donde las condiciones para el diseño del seguro estén cien por ciento dadas para lograr una cobertura que minimice el Riesgo Base; lugares donde se cuente con datos climáticos precisos, lo cual garantice el éxito de dichos seguros basados en índices. Este Esquema de Pago se define con la Fórmula (8):

$$Pago_{EP} = \begin{cases} 0 & \text{si } mmI_d < mmP_c \\ SA * \frac{mmI_d - mmP_c}{mmI_d - mmI_s} & \text{si } mmI_s < mmP_c < mmI_d \\ SA & \text{si } mmP_c < mmI_s \end{cases} \quad (8)$$

El Gráfico 4, correspondiente a este Esquema Proporcional, muestra el aumento gradual de los pagos comenzando desde el momento en que el Índice de Precipitaciones Acumuladas -Fórmula (7)- es menor a 150 mm hasta que se llega al pago total de la Suma Asegurada, cuando dicho Índice es menor a 30 mm.

Gráfico 4. Esquema de pago proporcional

Fuente: Elaboración propia.

El precio de los seguros es reflejo de las probabilidades de que surjan pagos, que a su vez dependen de la probabilidad de que ocurran los eventos meteorológicos adversos reflejados en el índice. Estas probabilidades deben ser evaluadas exhaustivamente de manera que los precios sean justos tanto para vendedores como para compradores y reflejen adecuadamente el costo de transferencia del riesgo. En esta investigación, la estimación de dicha Prima Pura se obtiene sacando el promedio de la serie de Pagos Históricos; es decir:

$$PP_{EP} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Pago}_{EP}}{N} \quad (9)$$

El Esquema de Pago Proporcional determina que la Prima Pura es el 10,44% de la Suma Asegurada. Esta Prima Pura es lo mínimo que la compañía aseguradora debería cobrar para poder responder económicamente en caso de que ocurra una sequía en el Período de Cobertura. Es importante destacar que en la Fórmula (9) no se consideran impuestos, márgenes de utilidad, gastos administrativos ni posibles costos adicionales, los cuales deben añadirse para llegar al valor final del Premio.

3. VALIDACIÓN DEL MODELO

Cuando se diseña la cobertura para cubrir los riesgos asociados al déficit de precipitaciones se debe establecer el Rinde Disparador por debajo del cual, al realizar un análisis retrospectivo, las campañas se consideran desfavorables. Para poder establecer dicho rinde, en primer lugar, se debe observar la posición relativa del Rendimiento Estimado de cada una de las campañas analizadas; para lo cual se utiliza el Rango Percentil², que establece, tomando un determinado valor de Rendimiento Estimado, cuántos valores del total de la serie se encuentran por debajo de dicho

² En esta investigación, se trabajó con la función de Excel "RANGO.PERCENTIL".

valor. Paralelamente, se halla la Probabilidad de Pago asociada al Esquema de Pago escogido, por lo que analíticamente se utiliza la Fórmula (10):

$$\text{Probabilidad de Pago} = \frac{\text{Nro de Pagos}}{\text{Total de Campañas Analizadas}} \quad (10)$$

En el caso de Cañada de Gomez, la Probabilidad de Pago es 32%, dato primordial para obtener el Rinde Disparador que diferenciará las campañas buenas de las malas y así, la consecuente serie de Pérdidas Productivas.

El Rinde Disparador se determina utilizando como “*input*” la Probabilidad de Pago de la cobertura propuesta -Fórmula (10)- y asociándola al Rendimiento Estimado que ocupe la misma posición relativa dentro de la serie de Rendimientos Estimados. Dicho en otras palabras, el Rinde Disparador va a ser, entonces, el Rendimiento Estimado que ocupe la misma posición relativa que la Probabilidad de Pago hallada en base a los Pagos Históricos que hubiese realizado la cobertura propuesta. En particular, dado el 32% de Probabilidad de Pago, se determina que el Rinde Disparador es 73 quintales por hectárea.

Finalmente, una vez determinado este Rinde Disparador, se pueden establecer la serie de pérdidas de Rendimientos de Maíz, la cual surge de la diferencia entre el Rinde Disparador, r_d , y el Rendimiento Estimado Sin Tendencia. La Pérdida Productiva de cada campaña analizada se halla utilizando la Fórmula (11).

$$\text{Pérdida Productiva} = \begin{cases} 0 & \text{si } r_d \leq \widehat{R}_t^{st} \\ r_d - \widehat{R}_t^{st} & \text{si } r_d > \widehat{R}_t^{st} \end{cases} \quad (11)$$

Habiendo obtenido esta serie de pérdidas por campaña, se puede establecer la eficiencia del modelo observando la relación entre campañas con déficits hídricos y campañas productivamente desfavorables. La Tabla 2 diferencia las campañas en las cuales los agricultores asegurados han sido beneficiados con pagos y campañas donde no han recibido pago alguno, y viceversa, según los parámetros propuestos.

Tabla 2. Contingencias

	Campaña Mala	Campaña Buena	Total
Campaña Indemnizada	6	4	10
Campaña No indemnizada	3	18	21
Total	9	22	31

Fuente: Elaboración propia.

Lo importante de esta Tabla 2 de posibles contingencias es observar que sólo en cuatro de las campañas buenas, de un total de veintidós, esta cobertura ha realizado pagos cuando no correspondía y, por otro lado, de las nueve campañas malas, los asegurados han recibido su correspondiente pago en seis de las mismas. De esta forma, en la mayoría de los casos, el seguro basado en precipitaciones funciona según lo esperado.

En esta investigación, se determinan diferentes indicadores que ayudan a validar la eficiencia de la cobertura propuesta. En primer lugar, se puede hallar el “Pago Promedio Condicional General”, donde el asegurado podrá observar en términos porcentuales de la Suma Asegurada, cuál será el pago esperado. También se puede desglosar este indicador considerándose los dos casos posibles: campañas favorables y desfavorables. De este modo, por un lado, se puede hallar el “Pago Promedio Condicional Correcto” con el cual el agricultor podrá visualizar el promedio de pago

en años de déficits de precipitaciones. Y, por otro lado, el “Pago Promedio Condicional Incorrecto” para los casos en que los asegurados se ven beneficiados cuando no fueron malas campañas en términos de precipitaciones. Las Fórmulas (12), (13) y (14) son las que se utilizan para definir a estos indicadores:

$$PPCG = \frac{\sum_0^n \text{Pagos Correctos} + \sum_0^n \text{Correctos No Pago}}{\text{Total Campañas Indemnizadas}} \quad (12)$$

$$PPCC = \frac{\sum_0^n \text{Pagos Correctos}}{\text{Total Campañas Desfavorables Indemnizadas}} \quad (13)$$

$$PPCI = \frac{\sum_0^n \text{Pagos Incorrectos}}{\text{Total Campañas Favorables Indemnizadas}} \quad (14)$$

En Cañada de Gomez, el Pago Promedio General Condicional del seguro es 32% de la Suma Asegurada -Fórmula (12)-; porcentaje que puede ser desglosado en Pago Promedio Condicional Correcto e Incorrecto, los cuales arrojaron valores de 38% y 25% respectivamente -Fórmulas (13) y (14)-. Lo importante a destacar es que en términos costo-beneficio, es un seguro que cuesta, en términos porcentuales de Suma Asegurada, 10,44% y se recibe como pago promedio en caso de una eventual sequía el 32% de la Suma Asegurada, por lo que se puede considerar una buena herramienta de transferencia de riesgo.

CONCLUSIONES

En Argentina, la agricultura es una de las bases de la economía del país; esta gran dependencia económica existente del sector agrícola argentino es un tema problemático debido al hecho de tratarse de una actividad riesgosa de por sí y expuesta a gran cantidad de fenómenos naturales que a través de los años están incrementando su frecuencia de ocurrencia, tales como terremotos, inundaciones, sequías, etc. Esta problemática no sería una preocupación si hubiese un mercado asegurador desarrollado con diferentes herramientas que cubran todos los posibles riesgos agrícolas. Sin embargo, el desarrollo de nuevos productos que logren complementar los seguros existentes y consolidar un mercado asegurador agrícola robusto está aún en sus primeras etapas.

En esta investigación, se elaboró un producto de seguro que logra brindar cobertura a los agricultores contra el riesgo de déficit de precipitaciones, el cual causa severas pérdidas en el sector agrícola argentino. En cuanto a los cultivos, se seleccionó como cultivo asegurado el maíz ya que es uno de los que trae consigo grandes volúmenes de cosecha y, además, es uno de los cultivos que mayor se ve afectado por la sequía, riesgo que no se encuentra cubierto actualmente de manera aislada. En lo que se refiere al producto, se propuso la utilización de seguros índices basados en precipitaciones ya que tiene varias ventajas comparativas con respecto a los seguros agrícolas tradicionales.

El seguro índice es un instrumento novedoso de transferencia de riesgo que paga cuando el índice de referencia alcanza ciertos niveles pre-acordados. En particular, cuando se protege contra déficit de precipitación, se realiza el pago cuando el índice es menor que el nivel pre-establecido. Este estudio de factibilidad se realiza en Cañada de Gómez, una ciudad ubicada en la región sur de la Provincia de Santa Fe y está basado en la medición de milímetros de precipitaciones, obtenidos de la estación meteorológica de Oliveros. Asimismo, los datos de Rendimientos Históricos del Maíz en Cañada de Gómez se han obtenido de las bases de datos del INTA y se ha estudiado la fenología del maíz temprano de Santa Fe Sur de la ORA.

En lo que se refiere a la validación del modelo, más allá de indicadores como, por ejemplo, el Coeficiente de Determinación en el modelo de tendencia, se ha realizado un análisis artesanal donde se ha observado que efectivamente en los años de bajas precipitaciones, el Rendimiento del Maíz también cayó considerablemente. La importancia de este análisis viene dada debido a que, si bien hemos maximizado la correlación entre el Índice de Precipitaciones Acumuladas y los Rendimientos Estimados Sin Tendencia, puede ocurrir que el Rendimiento del Maíz caiga por el efecto de distintas variables, y no necesariamente sequía; de aquí la necesidad de dicho análisis. Asimismo, se han obtenido indicadores, que demuestran la eficiencia del seguro índice desarrollado en este trabajo.

Finalmente, gracias a la calibración del modelo y la determinación de los parámetros involucrados (Índice Disparador, Índice de Salida, etc.), se logró hallar la Prima Pura para el Esquema de Pago propuesto, el Proporcional. De esta forma, no sólo se ha conseguido tarificar la cobertura basada en un índice meteorológico que brinda cobertura a los pequeños y medianos productores de Cañada de Gómez, en los años de bajos Rendimientos del Maíz debido al déficit hídrico, sino que también se brindan herramientas para validar el modelo utilizado y entender el funcionamiento de la cobertura. Por ende, se cree que este seguro índice basado en precipitaciones propuesto en esta investigación es una herramienta útil de transferencia de riesgo que podría implementarse en el mercado de seguros agrícola argentino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- African Business Magazine. (15 de Noviembre de 2016). *Malawi to receive USD 8 Million Insurance Payout from African Risk Capacity*. Obtenido de:
<http://africanbusinessmagazine.com/latest/malawi-to-receive-usd-8-million-insurance-payout-from-african-risk-capacity/>
- Canavos, G. (2012). *Probabilidad y Estadística, Aplicaciones y Métodos*. Mexico: Mc Graw-Hill Interamericana Editores.
- CEI. (2016). *Centro de Economía Internacional*. Obtenido de www.cei.gov.ar
- Forjan, H., & Manso, L. (2013). Maíz: Analizando el momento de sembrar. *AgroBarrow* N°53.
- IFAD y WFP. (2010). *El potencial para la ampliación y sostenibilidad de los seguros basados en índices climáticos para la agricultura y subsistencia rural*. Roma: U. Quintily.
- INTA. (2015). *Bases para el manejo del cultivo de maíz*. Pergamino.
- INTA. (14 de Julio de 2015). *Cultivos de cobertura mejoran la productividad*. Obtenido de:
<http://intainforma.inta.gov.ar/?p=27872>
- IRI. (2010). *Seguros en base a índices climáticos y riesgo climático: Perspectivas para el desarrollo y la gestión de desastres*.
- Kairuz, H. (05 de Diciembre de 2012). Maíz temprano vs maíz tardío, todo lo que hay que tener en cuenta. Buenos Aires, Argentina.
- Mauricio, J. (2007). *Introducción al Análisis de Series Temporales*. Madrid.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (20 de Agosto de 2009). *Ley 26.509*. Obtenido de:
 Infoleg:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/157271/norma.htm>
- Municipalidad Cañada de Gómez. (2012). *Plan Estratégico de Cañada de Gómez*.

- ORA. (2013). *Situación actual y evolución de los seguros agropecuarios y forestales*. Obtenido de: http://www.ora.gob.ar/seguros_evolucion.php
- ORA. (2015). *Informe final del estudio de factibilidad del desarrollo de un seguro índice de déficit de precipitaciones para el cultivo de Maíz*.
- ORA. (2015). *Objetivos y Actividades*. Obtenido de http://www.ora.gob.ar/ora_objetivos.php
- ORA. (2015). *Políticas de incentivos al seguro agropecuario*. Obtenido de: http://www.ora.gob.ar/seguros_acciones.php
- ORA. (2016). *Fenología de los Cultivos y Períodos críticos*. Obtenido de: http://www.ora.gov.ar/riesgo_fenologia.php
- PIUBACC. (2009). *Desafíos del Cambio Climático y Global en Argentina*. Buenos Aires: EUDEBA.
- SAGyP. (7 de Septiembre de 2015). *Resolución N° 339*. Obtenido de Boletín Oficial de la República Argentina: <https://www.boletinoficial.gob.ar/web2/utis/pdfView?file=%2Fpdf%2Fnorma%2F11492748%2Fnull%2FPrimera%2FcUPmZlVWPgguqL80QqmZly1bLS1JVi1bLU8rbseuTGW FjBgjA08KsCw%3D%2F1>
- Sandmark, T., Debar, J.-C., & Tatin-Jaleran, C. (2014). *Surgimiento y desarrollo de los microseguros agrícolas*. Luxemburgo.
- SSN. (26 de Octubre de 2015). *Resolución 39507*. Obtenido de Boletín Oficial de la República Argentina: <https://www.boletinoficial.gob.ar/web2/utis/pdfView?file=%2Fpdf%2Fnorma%2F11495395%2Fnull%2FPrimera%2FJy6V9RVth37ER3kzYgzoaC1bLS1JVi1bLQL1glt6ayrfW%2Bm3nY1zy8E%3D%2F1>
- SSN y SAGYP. (6 de Mayo de 2015). *Resolución Conjunta N° 39149 y N° 157*. Obtenido de Boletín Oficial de la República Argentina: <https://www.boletinoficial.gob.ar/web2/utis/pdfView?file=%2Fpdf%2Fnorma%2F10710744%2Fnull%2FPrimera%2FJy6V9RVth37ER3kzYgzoaC1bLS1JVi1bLQL1glt6ayrfW%2Bm3nY1zy8E%3D%2F1>
- The Economist. (27 de Agosto de 2016). *Drought insurance in Africa - ARC's covenant*. Obtenido de <http://www.economist.com/news/finance-and-economics/21705856-worthy-insurance-scheme-goes-awry-arcs-covenant>
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría, Un enfoque moderno - 4ta Edición*. México: Cengage Learning Editores.
- World Bank . (2013). *Chaco Province, Argentina - Feasibility Study for the Design and Implementation of Cotton Index Insurance*.
- World Bank. (2013). *Republica Dominicana, Estudio de Factibilidad de Seguro Agrícola por índices*.
- World Bank. (2014). *Actuarial Basics - Manual 2*. Washington DC, Estados Unidos.
- World Bank. (2014). *Credit and Insurance - Manual 4* . Washington DC, Estados Unidos.
- World Bank. (2014). *Introduction to Agriculture Insurance and Risk Management - Manual 1*. Washington DC, Estados Unidos.